

Docket No.: 57454-168

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
Hiromasa TANAKA, et al. :
Serial No.: : Group Art Unit:
Filed: August 16, 2001 : Examiner:
For: HEAT RESISTANT CARBURIZED ROLLING BEARING COMPONENT AND
MANUFACTURING METHOD THEREOF

1c971 U.S. PRO
09/930172
08/16/01

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

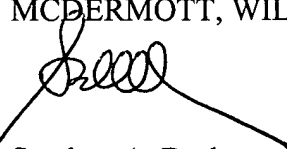
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2000-251390, filed August 22, 2000

cited in the Declaration of the present application. A Certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Stephen A. Becker
Registration No. 26,527

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 SAB:prp
Date: August 16, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

Handwritten notes and signatures on the right margin, including a large '2' and a date '10/29/01'.

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

57454-168
TANAKA et al.
August 16, 2001

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

JC971 U.S. PRO
09/930172



出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-251390

出 願 人

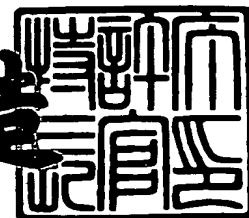
Applicant(s):

エヌティエヌ株式会社
大同特殊鋼株式会社

2001年 3月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3019841

【書類名】 特許願

【整理番号】 1001290

【提出日】 平成12年 8月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 33/62

【発明者】

【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 エヌティエヌ株式会社内

【氏名】 田中 広政

【発明者】

【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 エヌティエヌ株式会社内

【氏名】 前田 喜久男

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区孝東 1 - 6 2 0 - 2 0 6

【氏名】 木南 俊哉

【発明者】

【住所又は居所】 三重県三重郡朝日町大字柿 3 0 9 4

【氏名】 中村 貞行

【特許出願人】

【識別番号】 000102692

【住所又は居所】 大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号

【氏名又は名称】 エヌティエヌ株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003713

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区錦一丁目 1 1 番 1 8 号

【氏名又は名称】 大同特殊鋼株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100091395

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 博由

【選任した代理人】

【識別番号】 100091409

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 英彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 耐熱浸炭転がり軸受部品およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内輪、外輪および転動体を有する耐熱浸炭転がり軸受の部品であって、

素地中に合金元素として質量%で、C を 0. 1 % 以上 0. 4 % 以下、Si を 0. 3 % 以上 3. 0 % 以下、Mn を 0. 2 % 以上 2. 0 % 以下、P を 0. 0 3 % 以下、S を 0. 0 3 % 以下、Cr を 0. 3 % 以上 2. 5 % 未満、Ni を 0. 1 % 以上 2. 0 % 未満、Al を 0. 0 5 0 % 以下、Ti を 0. 0 0 3 % 以下、O を 0. 0 0 1 5 % 以下、N を 0. 0 2 5 % 以下で少なくとも含み、残部が Fe および不可避不純物からなる鋼材よりなり、浸炭または浸炭窒化処理後に、焼入れ処理を施し、焼入れ処理後に、焼戻し温度 2 0 0 ℃ 以上 3 5 0 ℃ 以下で焼戻し処理された構成を有し、かつ前記焼戻し処理後の表面硬さが HRC 5 7 以上であることを特徴とする、耐熱浸炭転がり軸受部品。

【請求項 2】 前記鋼材は、質量%で、0. 0 5 % 以上 2. 5 % 以下の Mo および 0. 0 5 % 以上 1. 0 % 以下の V の少なくとも一種をさらに含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の耐熱浸炭転がり軸受部品。

【請求項 3】 前記鋼材における Mn と Ni との合計含有量が、質量%で、1. 5 % 以上である、請求項 1 または 2 に記載の耐熱浸炭転がり軸受部品。

【請求項 4】 内輪、外輪および転動体を有する耐熱浸炭転がり軸受の部品の製造方法であって、

合金元素として質量%で、C を 0. 1 % 以上 0. 4 % 以下、Si を 0. 3 % 以上 3. 0 % 以下、Mn を 0. 2 % 以上 2. 0 % 以下、P を 0. 0 3 % 以下、S を 0. 0 3 % 以下、Cr を 0. 3 % 以上 2. 5 % 未満、Ni を 0. 1 % 以上 2. 0 % 未満、Al を 0. 0 5 0 % 以下、Ti を 0. 0 0 3 % 以下、O を 0. 0 0 1 5 % 以下、N を 0. 0 2 5 % 以下で少なくとも含み、残部が Fe および不可避不純物からなる鋼材を準備する工程と、

前記鋼材に浸炭あるいは浸炭窒化処理を施した後、焼入れ処理を施す工程と、

前記焼入れ処理後に、前記鋼材に 2 0 0 ℃ 以上 3 5 0 ℃ 以下の温度で焼戻し処

理を施す工程とを備えた、耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法。

【請求項 5】 前記焼入れ処理された前記鋼材に 2 次焼入れ処理を施した後に、前記焼戻し処理が施される、請求項 4 に記載の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法。

【請求項 6】 前記焼入れ処理された前記鋼材に中間焼鈍を施した後に、前記 2 次焼入れ処理が施される、請求項 5 に記載の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法。

【請求項 7】 前記鋼材を準備する工程においては、Mn と Ni との合計含有量が質量%で 1.5 % 以上となるように前記鋼材が準備される、請求項 6 に記載の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐熱浸炭転がり軸受部品およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

自動車、航空機、船舶、産業機械などの動力伝達部やエンジン部に使用される転がり軸受は、過酷な環境下で使用されるのであるが、このような過酷な環境下にあっても優れた転動疲労寿命と信頼性が要求されている。特に上記用途に用いられる転がり軸受は、粉塵、ゴミ、鉄粉などの異物が混入する場合があります、このような環境下では清浄な環境に比べて転動疲労寿命が大幅に低下する。この対策として近年では、S U J 2 などの高炭素クロム軸受鋼や S C M 4 2 0、S N C M 8 1 5 などの肌焼き鋼に浸炭窒化処理を施し、転動面の直下に適量の残留オーステナイトを生成させる処理が適用されており、異物混入環境での寿命改善が図られる。

【0003】

しかし、一般的な浸炭窒化処理は、S U J 2 などに適用されている焼入れ焼戻し処理に比べて処理時間が長くなり、これら浸炭窒化処理された転がり軸受は、通常の焼入れ焼戻しで製造される転がり軸受に比べて製造コストが大幅に増加す

る問題点がある。

【0004】

また、自動車や航空機に用いられる転がり軸受は、異物の混入に加え高温環境下で使用されることになるので、極めて過酷な使用条件においても優れた転動疲労寿命が求められる。一般に、高温環境で使用される転がり軸受は、S U J 2 などの高炭素クロム軸受鋼を焼入れた後、寸法安定性を得るために高温で焼戻し処理される。また、S C M 4 2 0 や S N C M 8 1 5 などの肌焼き鋼にあっても、浸炭焼き入れの後に高温焼戻しを行っている。しかし、これらの材料を高温焼戻し処理すると硬度が大幅に低下し、転がり軸受として要求される所定の硬度を得ることが出来ず、転動疲労寿命や耐摩耗性が低下する。その為に高温域で使用される転がり軸受にはM 5 0 といった析出硬化型の鋼材が用いられているが、製造や材料のコストが高くなるばかりでなく、使用範囲が限定されている為に様々なニーズに対応することが出来なかった。

【0005】

また、浸炭窒化処理を施した転がり軸受では、熱処理後に転動部直下に残留オーステナイトを生成させ、残留オーステナイトの作用によって異物の噛み込みによる応力集中を緩和し、更には、鋼中に侵入した窒素によって焼戻し軟化抵抗を向上させて転動疲労寿命の改善が図られている。しかし、前述したように、高温で使用される転がり軸受にあっては高温焼戻しする必要がある、残留オーステナイトが分解してその量が減少してしまうので、前述した効果が期待できない。また、侵入した窒素による焼戻し軟化防止にも限界があるので異物が混入し高温で使用される環境にあっては十分な性能を得ることが出来ない。

【0006】

近年では、自動車などの分野でエンジンの高出力・小型化が急速に進行しているが、同時に転がり軸受の使用環境は、更に過酷になってきている。エンジン部に用いられる転がり軸受の使用温度域は、通常130℃程度であるが、瞬間的に160℃まで温度上昇することが見込まれている。今日では、エンジンの高出力化に伴って、転がり軸受の使用温度域は常用使用温度で160℃程度まで上昇し、更に瞬間的には200℃を超すと考えられている。従って、今後、エンジンの

高出力化や軽量化が促進された場合、現状の高炭素クロム軸受鋼や浸炭または浸炭窒化処理によっては、予想される異物混入・高温環境下で十分な転動疲労寿命を維持することは出来ない。

【0007】

また、M50のような析出硬化型軸受鋼では、コストが高くなるなどの問題があるため、安価で、かつ過酷な使用環境にあっても十分な転動疲労寿命を有する転がり軸受が求められている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、異物混入環境下ならびに高温環境下においても優れた転動疲労寿命、耐摩耗性および寸法安定性を有し、かつ従来例に比べて安価な耐熱浸炭転がり軸受部品およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本願発明者らは、鋭意検討した結果、異物混入環境下ならびに高温環境下において優れた転動疲労寿命を有する安価な耐熱浸炭転がり軸受部品を得ることのできる組成元素の組合せおよびその各含有量を見出した。

【0010】

それゆえ本発明の耐熱浸炭転がり軸受部品は、内輪、外輪および転動体を有する耐熱浸炭転がり軸受の部品であって、素地中に質量%で、C（炭素）を0.1%以上0.4%以下、Si（シリコン）を0.3%以上3.0%以下、Mn（マンガン）を0.2%以上2.0%以下、P（リン）を0.03%以下、S（硫黄）を0.03%以下、Cr（クロム）を0.3%以上2.5%未満、Ni（ニッケル）を0.1%以上2.0%未満、Al（アルミニウム）を0.050%以下、Ti（チタン）を0.003%以下、O（酸素）を0.0015%以下、N（窒素）を0.025%以下で少なくとも含み、残部がFe（鉄）および不可避不純物からなる鋼材よりなり、浸炭または浸炭窒化処理後に、焼入れ処理が施され、その焼入れ処理後に、焼戻し温度200℃以上350℃以下で焼戻し処理され

た構成を有し、かつ焼戻し処理後の表面硬さがHRC57以上である。

【0011】

本発明の耐熱浸炭転がり軸受部品では、上記組成を有するため、高温で焼戻し処理を施しても、HRC57以上と高い表面硬度を得ることができ、高温・異物環境下においても良好な転動疲労寿命および耐摩耗性を得ることができる。また、高温で焼戻し処理を施すことで熱に対して不安定な残留オーステナイトを予め分解させておくことにより、高温環境下での寸法安定性を確保することができる。

【0012】

また、上記組成の鋼はM50のような析出硬化型軸受鋼より安価である。

以上より、異物混入環境下ならびに高温環境下において優れた転動疲労寿命、耐摩耗性および寸法安定性を有し、かつ安価な耐熱浸炭転がり軸受部品を得ることができる。

【0013】

なお、焼戻し処理温度は200℃以上350℃以下である。高温環境で使用される転がり軸受は200℃以上になることがあるため、寸法安定性を確保するために200℃以上で焼戻し処理が施されている。また、焼戻し処理温度が350℃を超えると、表面硬度がHRC57未満となり、転がり軸受としての寿命が急速に低下する。

【0014】

浸炭処理に代えて浸炭窒化処理を施すことにより、異物混入環境下ならびに高温環境下においてさらに優れた転動疲労寿命、耐摩耗性および寸法安定性を得ることができる。

【0015】

以下、本発明の耐熱浸炭転がり軸受部品の化学成分の限定理由について説明する。

【0016】

(1) Cの含有量(0.1%以上0.4%以下)について

Cは浸炭または浸炭窒化処理後の芯部硬さに影響する。転がり軸受として必要

な強度を得る為に必要な芯部硬さを確保する上で、Cの含有量を0.1%以上にする必要がある。但し、Cの含有量が0.4%を超えると、靱性や熱間加工性ならびに被削性が低下するので、Cの含有量の上限値を0.4%にする必要がある。

【0017】

(2) Siの含有量(0.3%以上3.0%以下)について

Siは高温域での軟化を抑制し、転がり軸受の耐熱性を改善する作用を有する。しかし、Siの含有量が0.3%未満では、その効果が得られないので、Siの含有量の下限値を0.3%にする必要がある。また、Si含有量の増加に伴って耐熱性は向上するが、3.0%を超えて添加しても、その効果が飽和するとともに熱間加工性や被削性の低下を招くので、Siの含有量の上限値を3.0%にする必要がある。

【0018】

(3) Mnの含有量(0.2%以上2.0%以下)について

Mnは鋼を製造する際の脱酸に用いられる元素であるとともに、焼入性を改善する元素であり、その効果を得るために0.2%以上添加する必要がある。しかし、2.0%を超えて添加すると被削性が大幅に低下するので、Mnの含有量の上限値を2.0%にする必要がある。

【0019】

(4) Pの含有量(0.03%以下)について

Pは鋼のオーステナイト粒界に偏析し、靱性や転動疲労寿命の低下を招くので、Pの含有量の上限値を0.03%にする必要がある。

【0020】

(5) Sの含有量(0.03%以下)について

Sは鋼の熱間加工性を害し、鋼中で非金属介在物を形成して靱性や転動疲労寿命を低下させるので、Sの含有量の上限値を0.03%にする必要がある。また、Sは前記のような有害な面をもつ反面、切削加工性を向上させる効果も有しているので、少なくすることが望ましいものの、0.03%以下の範囲内で添加することもある。

【0021】

(6) Crの含有量(0.3%以上2.5%未満)について

Crは焼入性の改善や焼戻し軟化抵抗の向上、寿命改善の効果を有する。これらの効果を得るためには0.3%以上が必要である。しかし、2.5%以上添加しても大型の炭化物が生成して転動疲労寿命が低下する。

【0022】

(7) Alの含有量(0.050%以下)について

0.050%を超えてAlが多量に含有されると、硬質の酸化物系介在物を生成して顕著な転動疲労寿命の低下が生じる。なお、Alは前記のような問題点を有するものの、AlNを形成して結晶粒を微細化する効果もあるので、鋼の製造コストの上昇を招かない0.005%以上含有されても良い。

【0023】

(8) Nの含有量(0.025%以下)について

NはAlと結合してAlNを形成して結晶粒を微細化させる効果を持っている。しかし、多量に含有させると却って鋼の強度を劣化させるので、Nの含有量の上限値を0.025%にする必要がある。

【0024】

(9) Tiの含有量(0.003%以下)について

Tiは窒化物を形成して非金属介在物となり、転動疲労破壊の起点となる可能性がある。Tiの含有量の上限値を0.003%にする必要がある。

【0025】

(10) Oの含有量(0.0015%以下)について

Oは鋼中に酸化物を形成し、非金属介在物として転動疲労破壊の起点となる可能性があり転動疲労寿命の低下を招くので、Oの含有量の上限値を0.0015%にする必要がある。

【0026】

(11) Niの含有量(0.1%以上2.0%未満)について

Niは高温環境で使用された場合に転動疲労過程における組織の変化を抑制し、また高温域での硬度の低下も抑制して転動疲労寿命を向上する効果を有してい

る。加えて、Niは靱性を向上させて異物が混入する環境での寿命を改善するとともに耐食性を改善する効果も有している。これらの効果を得るためには、Niを0.1%以上添加する必要がある。しかし、2.0%以上含有させると、浸炭焼き入れ時に多量の残留オーステナイトが生成して所定の硬度が得られなくなるとともに、鋼材のコストが上昇する。

【0027】

次に、本発明の耐熱浸炭転がり軸受部品の焼戻し硬さおよび炭化物について言及する。

【0028】

(12) 焼戻し硬さ

高温域で使用される軸受は使用環境下での寸法を安定させるために、環境温度以上の温度で焼戻し処理を施されることが一般的である。本願発明者らは、焼戻し硬さと温度環境200℃における転動疲労寿命に関する詳細な調査を行なった結果、焼戻し硬さと転動疲労寿命とに相関が認められ、焼戻し硬さが高いほど転動疲労寿命が長寿命を示す傾向にあることを確認した。特に、焼戻し硬さが同一の場合には、焼戻し処理が高い温度で実施された軸受ほど長寿命であり、高温で焼戻しを施しても焼戻し硬さが高い軸受ほど長寿命であることが見出された。さらには、焼戻し処理後の表面硬さがHRC57未満になると、急激に寿命が低下する傾向にあり、また寿命ばらつきが大きくなることが判明した。高温での寿命を改善し、ばらつきを低減するためには、HRC57以上の表面硬さを維持することが必要であり、かつこの際の焼戻し温度は高いほど好ましい。

【0029】

上記の耐熱浸炭転がり軸受部品において好ましくは、鋼材は、質量%で、0.05%以上2.5%以下のMo（モリブデン）および0.05%以上1.0%以下のV（バナジウム）の少なくとも一種をさらに含んでいる。

【0030】

これにより、さらに異物混入環境下および高温環境下における転動疲労寿命を向上させることができ、かつ焼戻し処理後の硬度を向上させることができる。

【0031】

以下、上記化学成分の限定理由について説明する。

(13) Moの含有量(0.05%以上2.5%以下)について

Moは鋼の焼入れ性を改善するとともに、炭化物中に固溶することによって焼戻し処理時の軟化を防止する効果がある。特に、Moは高温域における転動疲労寿命を改善する作用が見出されたため添加されている。しかし、2.5%を超えて多量にMoを含有させると鋼材コストが上昇するとともに、切削加工を容易にするための軟化処理時に硬さが低下せず被削性が大幅に劣化してしまうため、Mo含有量の上限を2.5%にすることが好ましい。またMoの含有量が0.05%未満では炭化物形成に効果がないため、Mo含有量の下限を0.05%にすることが好ましい。

【0032】

(14) Vの含有量(0.05%以上1.0%以下)について

Vは炭素と結合して微細な炭化物を析出し、結晶粒の微細化を促進し強度・靱性を改善する効果を有するとともに、Vの含有によって鋼材の耐熱性を改善し、高温焼戻し後の軟化を抑制し、転動疲労寿命を改善し、寿命のばらつきを減少させる作用を示す。この効果が得られるVの含有量が0.05%以上であるため、V含有量の下限を0.05%にすることが好ましい。しかし、1.0%を超えて多量にVを含有すると、被削性、熱間加工性が低下するため、V含有量の上限を1.0%にすることが好ましい。

【0033】

上記の耐熱浸炭転がり軸受部品において好ましくは、鋼材におけるMnとNiとの合計含有量が、質量%で、1.5%以上である。

【0034】

これにより、浸炭あるいは浸炭窒化処理に加えて中間焼鈍後に2次焼入れを施すことにより転動疲労寿命が著しく向上する。

【0035】

本発明の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法では、内輪、外輪および転動体を有する耐熱浸炭転がり軸受の部品の製造方法であって、以下の工程を備えている。

【0036】

まず合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避免不純物からなる鋼材が準備される。そして、その鋼材に浸炭あるいは浸炭窒化処理を施した後、焼入れ処理が施される。そして焼入れ処理後に、鋼材に200℃以上350℃以下の温度で焼戻し処理が施される。

【0037】

本発明の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法では、上記組成を有する鋼材が準備されるため、高温で焼戻し処理を施しても、HRC57以上と高い表面硬度を得ることができ、高温・異物環境下においても良好な転動疲労寿命および耐摩耗性を得ることができる。また、高温で焼戻し処理を施すことで残留オーステナイト量を少なくできるため、高温環境下での寸法安定性を確保することができる。

【0038】

また、上記組成の鋼はM50のような析出硬化型軸受鋼より安価である。

以上より、異物混入環境下ならびに高温環境下において優れた転動疲労寿命、耐摩耗性および寸法安定性を有し、かつ安価な耐熱浸炭転がり軸受部品を製造することができる。

【0039】

上記の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法において好ましくは、焼入れ処理された鋼材に2次焼入れ処理を施した後に、焼戻し処理が施される。

【0040】

これにより、十分な表面硬度を得ることができる。

上記の耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法において好ましくは、焼入れ処理された鋼材に中間焼鈍を施した後に、2次焼入れ処理が施される。

【0041】

これにより、十分な表面硬度を得ることができる。

【0042】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

【0043】

図1は、本発明の一実施の形態における耐熱浸炭転がり軸受の構成を示す概略断面図である。図1を参照して、耐熱浸炭転がり軸受10は、外輪1と、内輪2と、転動体3とを主に有している。転動体3は、外輪1と内輪2との間で、保持器により転動可能に支持されている。

【0044】

これらの外輪1、内輪2および転動体3の少なくともいずれかが、素地中に合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼材よりなっている。また、この鋼材は浸炭または浸炭窒化処理が施されているため、表面に浸炭層または浸炭窒化層を有している。浸炭層中では素地中よりも炭素濃度が高くなっており、浸炭窒化層中では素地中よりも炭素濃度および窒素濃度が高くなっている。また、この鋼材は、浸炭または浸炭窒化処理後に、焼入れ処理を施し、焼入れ処理後に、焼戻し温度200℃以上350℃以下で焼戻し処理された構成を有している。この鋼材の表面硬さはHRC57以上であり、表層部の残留オーステナイト量は、35体積%以下である。

【0045】

上記鋼材は、質量%で、0.05%以上2.5%以下のMo（モリブデン）および0.05%以上1.0%以下のV（バナジウム）の少なくとも一種をさらに含んでいることが好ましい。

【0046】

次に本実施の形態における耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法について説明する。

【0047】

図2は、本発明の一実施の形態における耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法を示すフロー図である。図2を参照して、外輪1、内輪2および転動体3の少なくともいずれかとなる鋼材が、上記組成となるように準備される（ステップS1）。この鋼材に浸炭処理または浸炭窒化処理が施される（ステップS2a、S2b）。この後、鋼材に焼入れ（ステップS3）、および焼戻し（ステップS4）が施されて、外輪1、内輪2および転動体3の少なくともいずれかが製造される。

【0048】

浸炭あるいは浸炭窒化処理後に十分な表面硬さが得られないものについては、焼入れ処理（ステップS3）後に、図3に示すように中間焼鈍（ステップS5）が施された後、2次焼入れ（ステップS6）が施されても良い。

【0049】

ただし、鋼材の種類によっては中間焼鈍（ステップS5）の省略が可能であり、この場合には2次焼入れ（ステップS6）のみが施されても良い。

【0050】

また、MnとNiとの合計含有量が質量%で1.5%以上の鋼材では、焼入れ処理（ステップS3）後に、中間焼鈍（ステップS5）および2次焼入れ（ステップS6）を施すことにより、一層転動疲労寿命が向上する。

【0051】

【実施例】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0052】

表1に記載した化学組成を有する各鋼材を、真空誘導炉によって溶解し、重量150kgの鋼塊に鑄造した後、1200℃の温度で3時間加熱保持して熱間鍛造を実施し、直径50mmの丸棒を製造した。丸棒素材に焼ならし処理として850℃で1時間保持した後に空冷する処理を施し、さらに、切削加工を容易にするための軟化処理として、780℃で6時間保持し650℃までを10℃/時間の冷却速度で冷却し、常温までを大気放冷する軟化処理を施し、各種調査の素材とした。

【 0 0 5 3 】

【表 1】

No	鋼種	化学成分 (質量%)											
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Al	Ti	O
1	A	0.18	0.75	0.50	0.017	0.019	0.54	1.58	-	-	0.022	0.0023	0.0010
2	B	0.20	2.01	0.41	0.018	0.015	1.10	2.02	-	-	0.028	0.0025	0.0012
3	C	0.35	0.54	0.25	0.015	0.020	0.79	1.03	-	-	0.021	0.0029	0.0008
4	D	0.19	0.76	1.03	0.021	0.012	1.98	1.51	-	-	0.028	0.0022	0.0012
5	E	0.21	2.00	0.41	0.018	0.018	1.85	0.55	-	-	0.019	0.0025	0.0010
6	F	0.30	2.55	0.46	0.017	0.019	1.90	1.56	-	-	0.022	0.0023	0.0011
7	G	0.22	0.53	1.95	0.019	0.017	0.75	0.75	0.51	-	0.030	0.0028	0.0009
8	H	0.20	1.49	0.55	0.020	0.015	1.65	0.51	1.55	-	0.027	0.0027	0.0008
9	I	0.19	1.04	0.78	0.018	0.009	1.03	0.75	-	0.45	0.025	0.0025	0.0011
10	J	0.25	0.65	1.53	0.021	0.013	1.51	2.23	-	0.91	0.019	0.0023	0.0010
11	K	0.33	1.35	0.78	0.018	0.022	0.56	1.79	-	-	0.025	0.0024	0.0010
12	L	0.20	0.21	0.75	0.018	0.018	0.02	1.05	-	-	0.023	0.0029	0.0009
13	M	0.19	0.55	0.15	0.019	0.017	0.60	0.22	-	-	0.005	0.0027	0.0009
14	N	0.19	4.01	0.44	0.019	0.021	0.79	2.00	-	-	0.028	0.0025	0.0008
15	O	0.49	1.03	0.83	0.021	0.015	1.50	1.03	-	0.39	0.022	0.0027	0.0010
16	P	0.29	1.55	0.55	0.055	0.041	0.50	1.35	-	-	0.028	0.0027	0.0011
17	Q	0.20	1.01	2.52	0.018	0.019	2.45	1.97	0.53	-	0.029	0.0022	0.0010
18	R	0.22	0.98	1.00	0.018	0.020	1.00	6.03	1.02	-	0.025	0.0027	0.0009
19	S	0.31	0.75	0.55	0.019	0.013	4.03	0.79	-	2.00	0.027	0.0023	0.0008
20	T	0.22	0.22	1.55	0.015	0.011	0.55	1.04	-	-	0.022	0.0026	0.0010
21	U	0.21	1.01	0.35	0.017	0.019	1.60	1.01	-	-	0.061	0.0055	0.0025
22	V	0.31	1.05	0.80	0.018	0.017	0.77	1.15	-	-	0.025	0.0026	0.0011
23	W	0.22	0.77	1.03	0.018	0.013	1.05	1.10	-	-	0.023	0.0027	0.0009

【 0 0 5 4 】

軸受部品としての性能を確認するために、スラスト型の転動疲労寿命試験機によって疲労試験を行い、各材料の寿命評価を実施した。

【 0 0 5 5 】

寿命評価に用いた試験片には、直径 5 0 m m の丸棒素材から機械加工によって外径 4 7 m m 、内径 2 9 m m 、および厚さ 7 m m のリング状のスラスト型転動疲労寿命試験片を粗加工したものをを用いた。

粗加工を完了した試験片の熱処理として、浸炭焼入れ焼戻し処理については、ガス雰囲気炉を用い、R X ガス雰囲気中で炭素ポテンシャル 1 . 0 % ~ 1 . 2 % として、9 5 0 ° C で 3 0 0 分保持した後、温度を 9 0 0 ° C に下げて油中に焼入れた。その後、1 2 0 分の焼戻し処理を行った。焼戻し温度は表 2 、 3 に示す。

【 0 0 5 6 】

【表 2】

No	鋼種	処理	焼戻し温度 (℃)	表面硬さ (HRC)	常温転動疲労 寿命の比	200℃転動疲労 寿命の比	異物転動寿命の比	
							常温	200℃
1	A	浸炭 浸炭窒化	250 250	59.4 60.0	3.1 3.3	3.3 4.1	3.3 3.7	3.6 4.1
2	B	浸炭 浸炭窒化	250 250	61.5 62.1	3.3 3.5	4.4 5.2	3.1 3.3	4.4 5.5
3	C	浸炭 浸炭窒化	250 250	61.2 62.0	2.5 2.9	3.5 3.9	2.4 2.3	3.9 4.3
4	D	浸炭 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 2次焼入れ	330 330	58.7 59.1	2.6 3.2	6.2 7.0	4.7 5.0	7.7 8.5
5	E	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	250 250	60.8 61.1	5.0 6.3	10.5 11.3	5.2 5.5	13.2 13.7
6	F	浸炭 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 2次焼入れ	250 250	59.5 60.0	3.6 4.7	6.5 7.3	6.0 6.3	8.7 9.5
7	G	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	250 250	61.2 61.4	5.0 5.1	9.4 10.3	5.1 4.9	10.4 11.1
8	H	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	220 220	61.1 62.7	5.6 6.5	11.9 12.5	6.3 6.6	12.3 12.7
9	I	浸炭 浸炭窒化	250 250	61.2 61.3	5.0 4.9	7.7 6.9	5.9 6.5	8.8 9.5
10	J	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	300 300	59.8 59.6	6.8 6.5	13.5 14.0	7.7 8.1	14.0 14.5
11	K	浸炭 浸炭窒化	250 250	60.3 59.5	3.5 3.9	3.5 4.8	4.0 4.7	3.9 4.2

本 発 明 例

【0057】

【表3】

No	鋼種	処理	焼戻し温度 (℃)	表面硬さ (HRC)	常温転動疲労 寿命の比	200℃転動疲労 寿命の比	異物転動寿命の比	
							常温	200℃
12	L	浸炭 浸炭窒化	250 250	60.0 60.5	1.0 1.5	1.0 1.3	1.0 1.5	1.0 1.6
13	M	浸炭 浸炭窒化	250 250	59.4 60.0	1.2 1.6	1.1 1.5	1.2 1.8	1.4 1.5
14	N	浸炭 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 2次焼入れ	250 250	58.4 59.8	1.5 1.9	1.3 1.6	2.3 2.9	1.9 2.4
15	O	浸炭 浸炭窒化	250 250	59.1 60.2	1.3 1.5	1.2 1.5	1.6 1.8	1.5 1.6
16	P	浸炭 浸炭窒化	250 250	60.1 61.9	0.3 0.4	0.2 0.4	0.6 0.5	0.5 0.4
17	Q	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	250 250	59.5 59.7	1.3 1.8	1.5 1.8	2.1 2.4	2.4 2.9
18	R	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	250 250	60.4 60.2	1.2 1.5	1.3 1.4	1.9 2.3	1.8 2.3
19	S	浸炭 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 中間焼鈍 + 2次焼入れ	300 300	55.1 56.2	1.1 1.9	1.2 1.3	1.8 2.3	1.7 2.1
20	T	浸炭 + 2次焼入れ 浸炭窒化 + 2次焼入れ	300 300	57.4 57.3	1.3 1.4	0.9 0.6	1.7 2.0	1.3 0.9
21	U	浸炭 浸炭窒化	250 250	60.8 60.5	0.5 0.4	0.4 0.5	0.7 0.6	0.6 0.7
22	V	浸炭 浸炭窒化	180 180	61.5 62.2	2.0 2.3	0.6 0.9	2.9 3.0	0.5 0.7
23	W	浸炭 浸炭窒化	400 400	54.1 55.0	0.3 0.4	0.7 1.0	0.5 0.8	0.9 1.2

【 0 0 5 8 】

浸炭窒化処理は上記の浸炭処理を施した後、ガス雰囲気炉を用い、RXガス雰囲気中で炭素ポテンシャル1.0%~1.2%、NH₃の添加量を5%~10%として、850℃で120分保持した後、油中に焼入れた。この後に、120分の焼戻し処理を行った。焼戻し温度は表2、3に示す。

【 0 0 5 9 】

浸炭あるいは浸炭窒化処理後に焼入れ焼戻し処理を施し十分な表面硬さが得られないものについては、焼入れ処理後に中間焼鈍として650℃で60分保持した後に炉内で除冷した。この後、2次焼入れとしてソルト炉で850℃で30分保持した後、油中に焼入れた。ただし、一部については中間焼鈍の省略が可能であり、同条件で2次焼入れのみを実施した。その後、120分の焼戻し処理を行った。焼戻し温度は表2、3に示す。

【 0 0 6 0 】

熱処理完了の後に、試験片の両面を研磨加工し鏡面状態に仕上げた。なお、研磨加工時の加工代を両面とも0.1mmとした。

【 0 0 6 1 】

表面硬さは、ロックウェル硬さ計を使用し、試験片の表面硬さ測定を行い、7点の平均値を表面硬さとして求めた。

【 0 0 6 2 】

転動疲労寿命試験は、スラスト型転動疲労寿命試験機によって実施した。試験の諸条件を表4に示す。試験は、常温環境下および200℃環境で実施し、さらに、異物の混入環境を再現した環境で試験を行った。

【 0 0 6 3 】

【表 4】

転動疲労寿命試験条件	
試験機	スラスト型転動疲労寿命試験機
接触面圧	5. 0 G P a
回転速度	2 0 0 0 r p m.
試験温度	常温, 2 0 0 ℃
潤滑	ターボ オイル
異物量	異物なし、0. 4 g / 1 0 0 0 c c

【0 0 6 4】

疲労試験は、同一条件で15回の繰り返し試験を行い、ワイブル確率における累積損傷確率が10%となる寿命を各材料の寿命として判定した。なお、比較例No. 12は汎用のSCr420であり、この寿命を1.0とした場合の比率で各材料の寿命値を記述した。

【0 0 6 5】

上記の焼戻し後の表面硬さ、常温および200℃での転動寿命、異物混入条件下での転動疲労寿命の結果を本発明例については表2に、比較例については表3に示す。

【0 0 6 6】

上記表2および表3の結果より、本発明の組成範囲を有する本発明例では、200℃以上350℃以下の焼戻し処理を施しても、表面硬さがHRC57以上となることが判明した。本発明例では単なる浸炭処理を施した場合でも、比較例に比べて常温および200℃での転動疲労寿命および異物条件下における転動疲労寿命が高くなることが判明した。また、浸炭処理に代えて浸炭窒化処理を施した場合でも、優れた転動疲労寿命が得られることが判明した。

【0 0 6 7】

さらに、浸炭あるいは浸炭窒化処理に加えて中間焼鈍後に2次焼入れを施すことにより、より一層転動疲労寿命が向上することが判明した。また、中間焼鈍を省略し、浸炭あるいは浸炭窒化処理後に2次焼入れを施した場合でも転動疲労寿

命が向上することが判明した。

【0068】

さらに、Mn + Ni 量（合計含有量）が 1.5% 以上の鋼材において浸炭あるいは浸炭窒化処理に加えて、中間焼鈍後に 2 次焼入れを施すことにより転動疲労寿命の向上が著しいことが判明した。

【0069】

また、焼戻し温度が 200℃ 未満では常温での転動疲労寿命は比較的良好だが、200℃ での転動疲労寿命が低下し、逆に 350℃ を超える焼戻し処理では表面硬さが低下し、転動疲労寿命が低下することが判明した。

【0070】

今回開示された実施の形態および実施例は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

【0071】

【発明の効果】

以上に説明したように本願発明者らが最適な組成元素およびその含有量を見出したことにより、浸炭焼入れ焼戻し処理をすることで、浸炭窒化処理を施さなくとも異物混入条件下で優れた転動疲労寿命が得られるとともに、高温（たとえば 250℃）で焼戻し処理を施しても高い硬度を得られる安価な耐熱浸炭転がり軸受部品を得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態における耐熱浸炭転がり軸受の構成を示す概略断面図である。

【図 2】 本発明の一実施の形態における耐熱浸炭転がり軸受部品の製造方法を示すフロー図である。

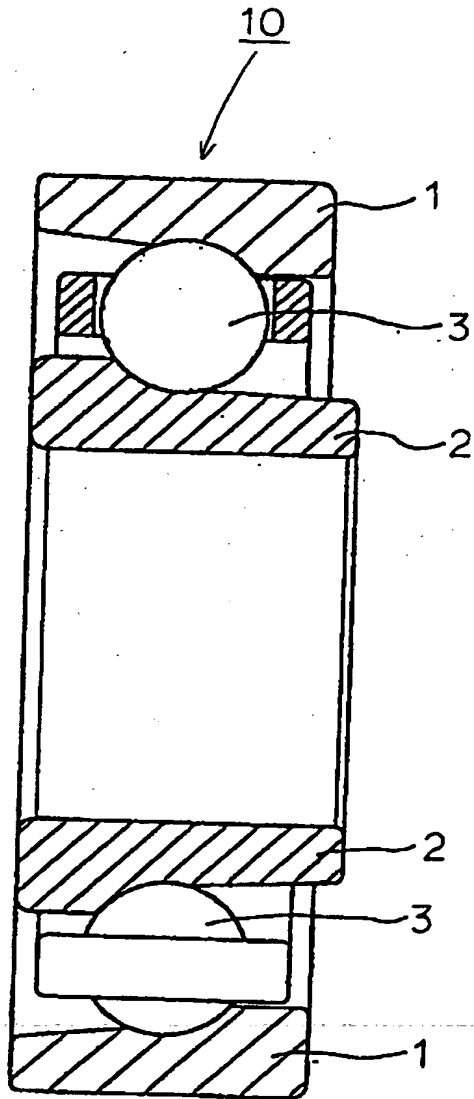
【図 3】 図 2 の焼入れ工程の後に中間焼鈍および 2 次焼入れの工程を加えることを示す図である。

【符号の説明】

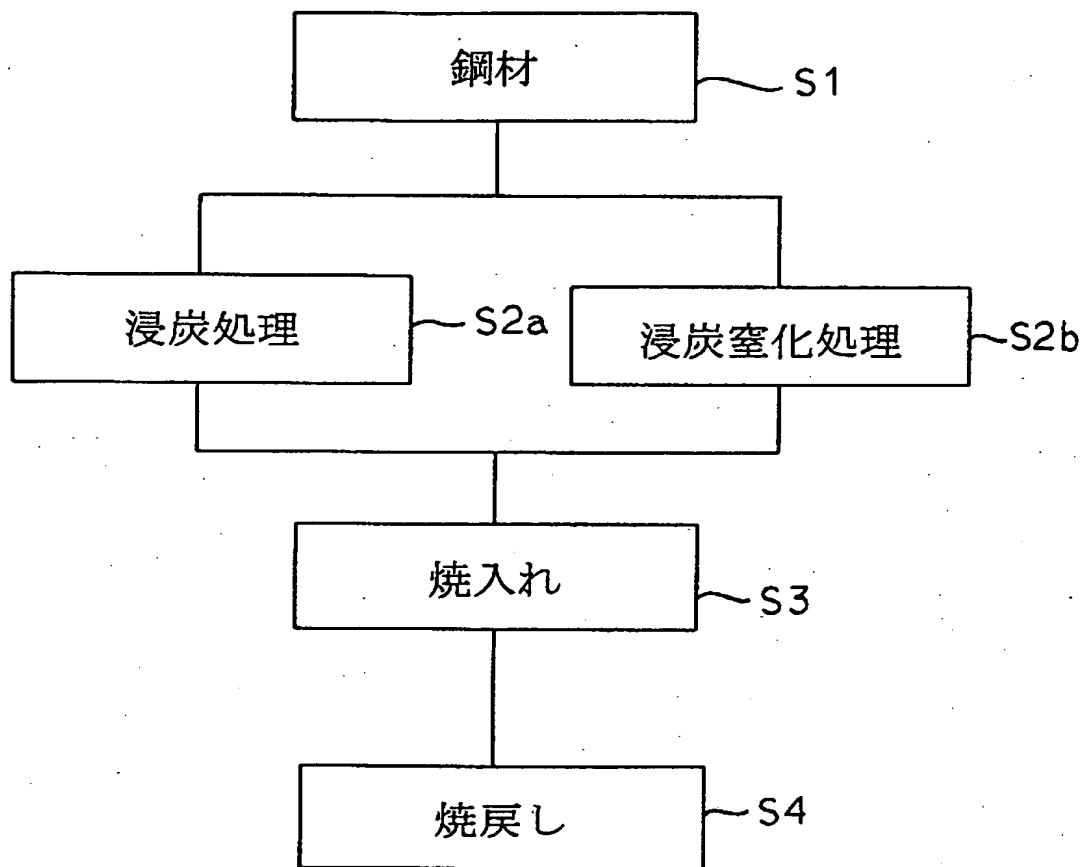
1 外輪、2 内輪、3 転動体。

【書類名】 図面

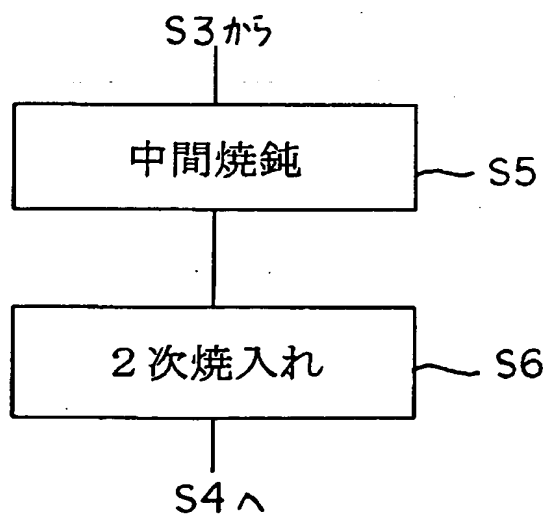
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異物混入・高温環境下で優れた転動疲労寿命、耐摩耗性および寸法安定性を有する安価な耐熱浸炭転がり軸受部品およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 耐熱浸炭転がり軸受部品 1、2、3 の素地中に合金元素として質量%で、C を 0.1% 以上 0.4% 以下、Si を 0.3% 以上 3.0% 以下、Mn を 0.2% 以上 2.0% 以下、P を 0.03% 以下、S を 0.03% 以下、Cr を 0.3% 以上 2.5% 未満、Ni を 0.1% 以上 2.0% 未満、Al を 0.050% 以下、Ti を 0.003% 以下、O を 0.0015% 以下、N を 0.025% 以下で少なくとも含み、残部が Fe および不可避不純物からなる鋼材よりなり、浸炭・浸炭窒化処理後に焼入れ処理を施し、焼入れ処理後に、焼戻し温度 200℃ 以上 350℃ 以下で焼戻し処理された構成を有し、焼戻し処理後の表面硬さが HRC 57 以上である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000102692]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
氏 名 エヌティエヌ株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003713]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

氏 名 大同特殊鋼株式会社